INFRASTRUCTURE ITALIA LAND 9 Srl
Via del Bosco Rinnovato, 6
20057 Assago (Milano)

Nuovo Data Center Melzo (MI)

Life Cycle Assessment Report
Realizzazione nuovo Data Center
Via Marco Polo 2, Melzo (MI)

Documento: 3989 LD NT NG 01 Life Cycle Assessment Report.docx

Data
30/04/2025

Il Tecnico

Arch. Marco Amosso
Lombardini22 SpA

Firmato digitalmente da:
Marco Amosso
Data: 06/08/2025 16:49:36

L22

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE LCA	4
2.	DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO	5
3.	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA	6
3.1.	Software	6
3.2.	Quadro normativo	6
3.3.	System Boundary	7
3.4.	Categorie di impatto	9
4.	ANALISI LCA di MIL09	11
4.1.	Dati iniziali	11
4.2.	Fonte dei dati	11
4.3.	Strategia	12
5.	RISULTATI LCA di MIL09	14
5.1.	Riepilogo dei risultati LCA	14
5.2.	Grafici	16
5.2.1.	Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita	16
5.2.2.	Grafico 2: Global warming potential (GWP) per elemento costruttivo	16
5.2.3.	Grafico 3: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita	17
5.2.4.	Grafico 4: Ozone depletion potential (ODP) per elemento costruttivo	17
5.2.5.	Grafico 5: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita	18
5.2.6.	Grafico 6: Acidification potential (AP) per elemento costruttivo	18
5.2.7.	Grafico 7: Eutrophication fresh water per fase del ciclo di vita	19
5.2.8.	Grafico 8: Eutrophication fresh water per elemento costruttivo	19
5.2.9.	Grafico 9: Eutrophication aquatic marine per fase del ciclo di vita	20
5.2.10.	Grafico 10: Eutrophicatin aquatic marine per elemento costruttivo	20
5.2.11.	Grafico 11: Eutrophication terrestrial per fase del ciclo di vita	21
5.2.12.	Grafico 12: Eutrophication terrestrial per elemento costruttivo	21
5.2.13.	Grafico 13: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di vita	22
5.2.14.	Grafico 14: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per elemento costruttivo	22

5.2.15. Grafico 15: Abiotic depletion potential (ADP-elements) for non fossil resources per fase del ciclo di vita 23

5.2.16. Grafico 16: Abiotic depletion potential (ADP-elements) for non fossil resources per elemento costruttivo 23

5.2.17. Grafico 17: Abiotic depletion potential (ADP-fossil fuels) for fossil resources per fase del ciclo di vita 24

5.2.18. Grafico 18: Abiotic depletion potential (ADP-fossil fuels) for fossil resources per elemento costruttivo 24

5.2.19. Grafico 19: Water use per fase del ciclo di vita 25

5.2.20. Grafico 19: Water use per elemento costruttivo 25

5.3. Considerazioni finali 26

1. INTRODUZIONE LCA

La valutazione del ciclo di vita (LCA) è un metodo utilizzato per valutare gli impatti ambientali di un prodotto, di un processo o di un'attività durante il suo intero ciclo di vita, dall'estrazione delle materie prime allo smaltimento. Aiuta le parti interessate a identificare le aree di miglioramento, a minimizzare gli oneri ambientali e a prendere decisioni verso la sostenibilità. L'LCA considera fasi come l'estrazione delle risorse, la produzione, il trasporto, l'uso e lo smaltimento/riciclaggio e inoltre promuove la trasparenza, la responsabilità e l'innovazione, guidando gli sforzi verso un futuro più sostenibile.
L'LCA, inoltre, analizza il consumo di energia, le emissioni e la produzione di rifiuti, consentendo il confronto tra prodotti o processi diversi, permettendo alle parti interessate di valutare i compromessi e prendere decisioni. Che si tratti di valutare l'impatto ambientale dei materiali di imballaggio, dei metodi di produzione dell'energia o dei sistemi di trasporto, l'LCA offre un quadro standardizzato per condurre valutazioni obiettive e promuovere un miglioramento continuo verso pratiche più sostenibili.

Per chiarire, il **settore delle costruzioni** contribuisce al **39% delle emissioni globali di anidride carbonica di cui l'11%** di questa quota è legata alla fase di produzione dei materiali **(embodied carbon) mentre il 28%** è legata all'energia operativa **(operational carbon).**
È urgente che le aziende inizino ad adottare un approccio circolare al settore delle costruzioni per ridurre le emissioni di carbonio e l'uso di risorse. La produzione della maggior parte dei componenti edilizi richiede grandi quantità di risorse materiali ed energetiche, di conseguenza la necessità di migliorarne l'efficienza aumenterà di pari passo con la crescita della domanda. L'economia circolare rappresenta un modo per superare la contraddizione tra crescita economica e sostenibilità ambientale, passando dall'attuale modello di business lineare (prendere, produrre, usare e smaltire) a un modello di business circolare (ridurre, riutilizzare, riciclare e recuperare).

Pertanto, l'attenzione deve essere rivolta a ridurre radicalmente le emissioni associate alla progettazione, alla costruzione e al funzionamento degli edifici e life cycle assessment rappresenta il mezzo per comprenderne e valutarne l'impatto ambientale.
La categoria di impatto più comunemente trattata dall'LCA è il potenziale di riscaldamento globale, noto anche come impronta di carbonio che quantifica l'impatto dei gas serra sul pianeta. Altre categorie di impatto comuni sono la riduzione dell'ozono, l'acidificazione, l'eutrofizzazione e la formazione di smog.

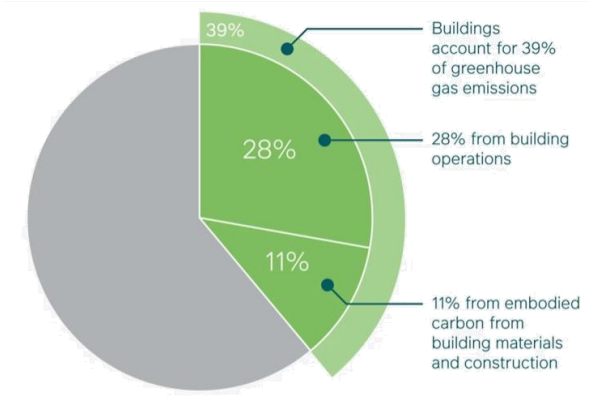

Figura 1 - Quota emissioni di carbonio provenienti dal settore delle costruzioni

L22

2. DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

La relazione LCA in oggetto verte sulla valutazione degli impatti ambientali durante il ciclo di vita per **l'intervento di nuova costruzione** adibito a Data Center sito a Melzo (MI) in via Marco Polo 2.
Il progetto di MIL09 prevede la completa demolizione dell'edificio produttivo esistente e dei locali tecnici annessi e l'edificazione di un nuovo edificio a destinazione **Data Center**, ovvero un sito industriale con la presenza di "Sale Dati" dove si sviluppa il processo digitale, attraverso lo stoccaggio, il processamento ed il trattamento di dati digitali.
Il nuovo edificio sarà composto essenzialmente da due volumi adiacenti e funzionalmente interconnessi: il blocco principale destinato a Sale Dati e il blocco amministrativo.
Le funzioni insediate sono riconducibili alle seguenti destinazioni d'uso:

- **Blocco Sale Dati** (Data Center): produzione di servizi (**produttivo**);
- **Blocco amministrativo**: elaborazione dati (**direzionale**).

Il Data Center in progetto prevede l'insediamento di circa **48 MW di potenza** IT di stoccaggio e gestione dati, a supporto degli obiettivi strategici di digitalizzazione dei servizi alla persona e dei processi produttivi.

L22

3. METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL CICLO DI VITA

3.1. Software

L'analisi è stata effettuata con il software **One Click LCA**. Il software possiede 11 certificazioni di terze parti ed è conforme a oltre 30 certificazioni e standard per la valutazione del ciclo di vita ed il calcolo dei costi del ciclo di vita, comprese tutte le versioni di LEED e BREEAM. Il software include database globali e locali curati e verificati. L'elenco aggiornato dei database integrati è disponibile all'indirizzo: https://www.oneclicklca.com/support/faq-and-guidance/documentation/database/.

One Click LCA è stato verificato da ITB per la conformità ai seguenti standard LCA: EN 15978, ISO 21931-1 e ISO 21929, e ai requisiti dei dati di ISO 14040 e EN 15804. La documentazione completa sulla conformità è disponibile all'indirizzo:
https://www.oneclicklca.com/support/faq-and-guidance/documentation/compliancy-and certifications/.

ITB è un'organizzazione di certificazione e un Organismo Notificato (registrazione CE n. 1488) della Commissione Europea designato per la certificazione dei prodotti da costruzione. Il Consiglio di accreditamento polacco assicura l'indipendenza e l'imparzialità dei servizi ITB (i certificati di accreditamento sono: AB 023, AC 020, AC 072, AP 113). Le attività di ITB sono condotte in conformità ai requisiti dei seguenti standard di garanzia: ISO 9001, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 17025, EN 45011 e ISO/IEC 17021.
Lo strumento supporta la metodologia di caratterizzazione CML e la metodologia di caratterizzazione TRACI. Tutti gli insiemi di dati presenti nello strumento sono conformi agli standard ISO 14040/14044 e alla norma EN 15804.

3.2. Quadro normativo

Il Life Cycle Assessment viene eseguito in base a standard internazionali.
In particolare, tutte le valutazioni del ciclo di vita di edifici e opere di ingegneria civile fornite dalla piattaforma One Click LCA sono conformi ai seguenti **standard internazionali**:

ISO 14040	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.
ISO 14044	Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.
ISO 21930	Sostenibilità negli edifici e nelle opere di ingegneria civile - Regole fondamentali per le dichiarazioni ambientali di prodotto dei prodotti e dei servizi da costruzione.

Gli strumenti della piattaforma LCA One Click utilizzati in ambito europeo sono conformi ai seguenti **standard europei**:

EN 15978	Sostenibilità delle opere di costruzione - Valutazione delle prestazioni ambientali degli edifici - Metodo di calcolo.
EN 15804+A2	Sostenibilità delle opere di costruzione - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole fondamentali per la categoria dei prodotti da costruzione.

3.3. System Boundary

La norma internazionale ISO 21930 e la norma europea EN 15804 definiscono un modello comune di ciclo di vita per le opere edili e di costruzione. Il modello del ciclo di vita comprende definizioni modulari per le fasi del ciclo di vita, che consentono di confrontare ciascuna fase in modo isolato con altri progetti.
Le informazioni sulle fasi del prodotto (A1-A3) sono sempre rappresentate in modo combinato per le valutazioni a livello di edificio, così come le fasi di fine vita (C1-C4) nella maggior parte dei casi. A seconda dello scopo della LCA, altre fasi possono essere omesse o sostituite con uno scenario in mancanza di informazioni dettagliate.
La scelta del system boundary varia a seconda del livello di dettaglio richiesto dallo studio, principalmente esistono **quattro tipologie di system boundary:**

- **Cradle to Grave** (dalla culla alla tomba);
- Cradle to cradle (dalla culla alla culla) Include la fase di riciclo e riuso;
- Cradle to gate (dalla culla al cancello) Viene esclusa la fase di utilizzo;
- Gate to gate (dal cancello al cancello) Sola fase di fabbricazione e assemblaggio.

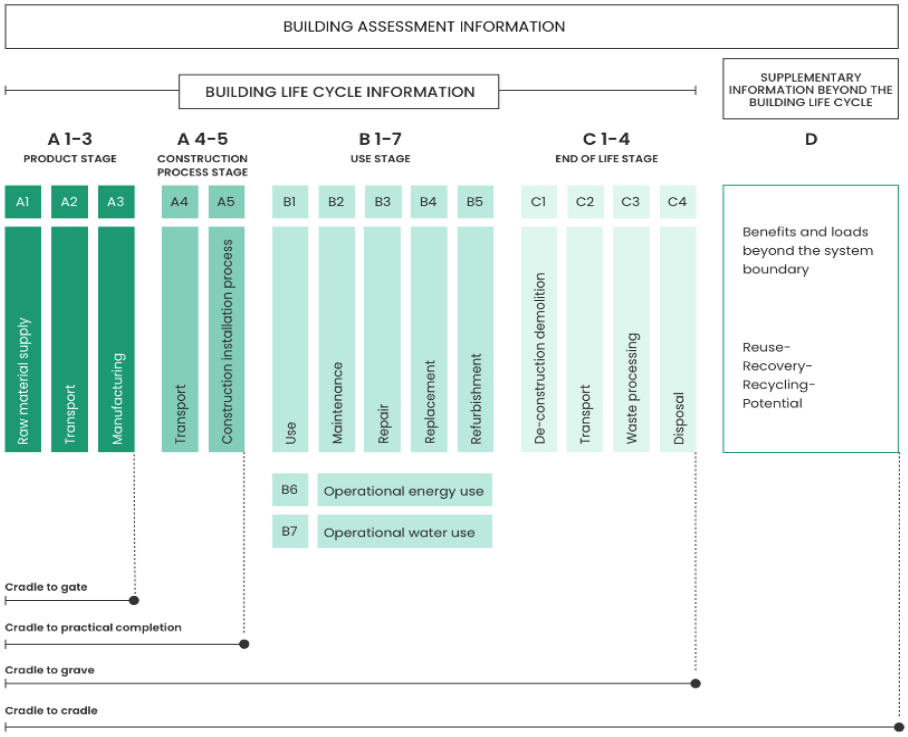

Figura 2 Informazioni sul ciclo di vita dell'edificio e fasi del ciclo di vita

L22

Il system boundary considerato per l'analisi **LCA di MIL09** è **Cradle-to-grave**. Infatti, sono stati considerati gli impatti ambientali dalla culla alla tomba associati a tutte le fasi del ciclo di vita dei materiali da costruzione, come definito nelle sezioni A-1 - A-5, B-1 - B-7 e C-1 - C-4.
Di seguito viene fornita una descrizione delle fasi considerate nella presente valutazione:

- **A1-A3 Materiali da costruzione:** fornitura di materie prime (A1) comprende le emissioni generate quando le materie prime vengono estratte, trasportate alle unità industriali per la lavorazione e trasformate. Si tiene conto anche della perdita di materie prime e di energia. Gli impatti del trasporto (A2) comprendono le emissioni di scarico derivanti dal trasporto di tutte le materie prime dai fornitori all'impianto di produzione del produttore, nonché gli impatti della produzione di combustibili. Gli impatti della produzione (A3) riguardano la fabbricazione dei materiali di produzione e dei combustibili utilizzati dalle macchine, nonché la gestione dei rifiuti formatisi nei processi di produzione presso gli impianti di produzione del produttore fino allo stato di end-of-waste.
- **A4 Trasporto al cantiere:** comprende le emissioni di gas di scarico derivanti dal trasporto del prodotto edilizio dallo stabilimento di produzione del produttore al cantiere, nonché gli impatti ambientali della produzione del combustibile usato;
- **A5 Processo di installazione della costruzione:** include l'energia e le emissioni associate all'assemblaggio e all'installazione in loco dei componenti dell'edificio. I processi che hanno luogo durante questa fase possono variare da semplici attività come la verniciatura e il cablaggio ad attività più energivore come la saldatura e il getto di calcestruzzo;
- **B1-B5 Manutenzione e sostituzione dei materiali:** gli impatti ambientali della manutenzione e delle sostituzioni di materiali (B1-B5) comprendono gli impatti ambientali derivanti dalla sostituzione dei prodotti edilizi al termine della loro vita utile. Le emissioni coprono gli impatti derivanti dall'approvvigionamento delle materie prime, dal trasporto e dalla produzione del nuovo materiale da sostituire, nonché gli impatti derivanti dalla produzione del materiale da sostituire e dalla gestione dei rifiuti fino allo stato di end-of-waste;
- **B6 Consumo energetico operativo:** comprende gli impatti ambientali associati al consumo energetico operativo dell'edificio. Questa fase valuta l'energia richiesta per il riscaldamento, il raffreddamento, l'illuminazione e altre funzioni durante l'uso dell'edificio.
- **B7 Consumo idrico operativo**: comprende gli impatti ambientali associati ai consumi idrici nell'edificio, dall'acqua del rubinetto all'acqua utilizzata negli elettrodomestici e in tutti i sistemi installati che utilizzano l'acqua per il loro funzionamento.
- **C1-C4 Decostruzione**: gli impatti della decostruzione comprendono gli impatti del trattamento dei flussi di rifiuti da costruzione riciclabili per il riciclaggio (C3) fino alla fase finale dei rifiuti o gli impatti del pre-trattamento e dello smaltimento in discarica per i flussi di rifiuti che non

possono essere riciclati (C4) in base al tipo di materiale. Inoltre, gli impatti della decostruzione includono le emissioni causate dal recupero energetico dei rifiuti.

3.4. Categorie di impatto

I risultati dell'LCA si ottengono con una metodologia chiamata caratterizzazione, che descrive l'impatto ambientale di una determinata emissione. One Click LCA implementa più metodologie di caratterizzazione. Quando non è richiesta alcuna metodologia specifica, One Click LCA implementa per i clienti europei la metodologia di caratterizzazione PEF (come stabilito dalla norma EN 15804+A2).
Altre categorie di impatto seguono i requisiti dei rispettivi sistemi o strumenti di certificazione.

L'analisi **LCA di MIL09** è stata effettuata attraverso le seguenti **categorie di impatto**:

Impact category	Unit(s)	Description
Global warming potential total	kgCO2 eq	Descrive i cambiamenti nelle temperature superficiali locali, regionali o globali causati dall'aumento della concentrazione di gas serra nell'atmosfera. Le emissioni di gas serra derivanti dalla combustione di combustibili fossili sono fortemente correlate all'acidificazione e allo smog. Si chiama "Carbon footprint".
Acidification potential	Mol H+ eq	Descrive l'effetto acidificante delle sostanze presenti nell'ambiente. Sostanze come l'anidride carbonica si dissolvono facilmente nell'acqua, aumentandone l'acidità e causando danni agli ecosistemi acquatici.
Eutrophication potential	Terrestrial – Mol N eq Marine – Kg N eq Freshwater – Kg Pe	Descrive l'effetto dell'aggiunta di nutrienti minerali al suolo o all'acqua, che porta alcune specie a dominare un ecosistema, compromettendo la sopravvivenza di altre specie e talvolta provocando la morte di intere popolazioni animali.
Ozone depletion potential	KgCFC11eq	Descrive l'effetto delle sostanze presenti nell'atmosfera di degradare lo strato di ozono, che assorbe e impedisce ai raggi UV solari nocivi di raggiungere la superficie terrestre.
Formation of ozone of lower atmosphere ("tropospheric")	Kg NMVOC nt	Descrive l'effetto delle sostanze presenti nell'atmosfera che creano lo smog fotochimico. Conosciuto anche come smog estivo.
Abiotic depletion potential (ADP)/Fossil fuel depletion	kg Sb-eq/MJ	Descrive la riduzione della quantità globale di materie prime non rinnovabili e viene determinato per ogni estrazione di minerali e combustibili fossili in base alle riserve rimanenti e al tasso di estrazione.

L22

Water use	m^3	Quantifica il potenziale di sottrazione di acqua disponibile a umani ed ecosistemi conseguente al consumo di risorsa idrica di un prodotto o di un sistema.

L22

4. ANALISI LCA DI MIL09

4.1. Dati iniziali

Nella tabella seguente sono sintetizzati i **parametri chiave** dell'analisi LCA condotta per il Data Center MIL09

Parametro	Descrizione
Tipo di edificio	Data Center
GIFA	17061,076
Vita utile richiesta	50 anni per l'edificio
Tipo di intervento	Intervento di nuova costruzione
System boundary	Cradle to Grave
Metodo di valutazione	Levels valutazione del ciclo di vita (+A2) -> dati PEF (EN15804+A2)

4.2. Fonte dei dati

L'analisi è stata condotta basandosi sulle seguenti fonti di dati:

Tipo di dati	Fonte dei dati
Quantità di materiale (A1-A3)	Sono state considerate le quantità precise di tutti i materiali. Le quantità dei materiali sono state calcolate in base ai disegni di progetto, ai computi metrici estimativi e ai modelli BIM.
Distanze di trasporto del materiale (A4)	Scenari di trasporto applicabili a livello regionale da One Click LCA. Rappresentano le distanze e i metodi di trasporto tipici della regione per i tipi di prodotto, che sono rilevanti quando non vengono prese decisioni sui fornitori.
Costruzione e installazione (A5)	Gli impatti si basano sui valori predefiniti conservativi di One Click LCA.
Impatti materiali in uso (B1-B5)	Le vite utili dei materiali si basano sui valori tipici dei materiali in questione, che sono stati esaminati per verificarne la pertinenza con il progetto. I valori sono stati adattati dove necessario. Le attività di manutenzione e riparazione dei materiali non sono state incluse nell'ambito; si è ipotizzato che i materiali vengano sostituiti integralmente al termine della loro vita utile.
Consumo energetico della fase d'uso (B6)	Gli impatti si basano sull'analisi energetica dettagliata eseguita per questo progetto.
Fase di utilizzo acqua consumo di acqua (B7)	Gli impatti sono stati omessi da questa analisi.
Impatti a fine vita (C1-C4)	Gli impatti di fine vita sono basati sugli scenari di One Click LCA che rappresentano il tipico processo di fine vita per i tipi di materiali in conformità con i requisiti della norma EN 15804+A1.

L22

4.3. Strategia

Le emissioni dovute all'embodied carbon sono legate al processo di produzione e costruzione dell'edificio, creando un impatto ambientale immediato, diretto e irreversibile nel breve periodo. Per tale motivo, sono state adottate le seguenti **strategie sostenibili** per limitare fin da subito le emissioni globali, accelerando i progressi verso gli obiettivi di sostenibilità:

- **Selezione di materiali a basso impatto:** Sono stati confrontati diversi fornitori al fine di selezionare materiali a basso impatto ambientale, certificati con EPD e con alto contenuto di riciclato, in alternativa a quelli tradizionalmente impiegati nel settore delle costruzioni. Materiali con certificazione EPD forniscono informazioni dettagliate sull'impatto ambientale dei prodotti, consentendo di fare scelte informate che minimizzano le emissioni di carbonio. Inoltre, i materiali con un alto contenuto di riciclato richiedono generalmente meno energia per essere prodotti rispetto ai materiali vergini, poiché il processo di recupero e lavorazione dei materiali riciclati è spesso meno energivoro;

- **Scelta del sistema strutturale**: Si è optato per una struttura mista in prefabbricato e acciaio mentre il calcestruzzo gettato in opera è stato impiegato esclusivamente le fondazioni. Il calcestruzzo gettato in opera rappresenta una delle principali fonti di emissioni di CO_2 eq nel settore delle costruzioni, a causa della produzione del clinker, componente principale del cemento, che richiede alte temperature e comporta un elevato impatto ambientale.
  Le criticità principali derivano dall'alto consumo energetico nella produzione del cemento, dall'estrazione delle materie prime e dalle difficoltà di riciclo rispetto ad altri materiali. L'impiego di strutture prefabbricate in c.a. consente di ridurre gli sprechi rispetto al gettato in opera, mentre le strutture in acciaio, pur contribuendo alle emissioni di CO_2, richiedono spesso una quantità di materiale inferiore rispetto al calcestruzzo gettato in opera. Questo aspetto rende l'uso dell'acciaio relativamente più sostenibile, nonostante le emissioni elevate associate alla sua produzione;

- **Utilizzo di tecnologie costruttive avanzate:** Si è privilegiato l'uso di sistemi a secco (cartongessi, controsoffitti, pareti perimetrali ecc) rispetto ai metodi tradizionali o in opera, aumentando l'efficienza e riducendo i tempi di costruzione. Questa strategia permette di ridurre gli sprechi e gli scarti rispetto alla costruzione in opera, riducendo di conseguenza i tempi di costruzioni e di conseguenza le emissioni dovute alla manodopera;

- **Approvvigionamento locale:** Sono stati privilegiati i materiali prodotti localmente. Questa scelta comporta una riduzione significativa delle emissioni andando a ridurre le distanze di trasporto, le quali rappresentano una parte significativa delle emissioni dei gas climalteranti di

un progetto. Inoltre, i materiali locali possono essere più facilmente riutilizzati o riciclati, favorendo un approccio circolare che contribuisce a ridurre le emissioni complessive di un progetto.

L22

5. RISULTATI LCA DI MIL09

5.1. Riepilogo dei risultati LCA

I risultati dell'analisi LCA condotta per il data center MIL09 sono sintetizzati di seguito.
La tabella evidenzia la **quantificazione dell'impatto ambientale totale**, attribuibile:

- alla costruzione e dismissione dell'edificio e al ciclo di vita dei materiali utilizzati (Embodied Carbon);
- alle fasi di utilizzo e gestione dell'edificio (Operational Carbon).

EMBODIED CARBON											
Fasi		**Impact category**									
		Global warming	Ozone Depletion	Acidification	Eutrophication			Formation of ozone	Abiotic depletion potential		Water use
		kg CO2e	kg CFC11e	kg SO2e	Fresh water kg P eq	Aquatic marine Kg N eq	Terrestrial Mol N eq.	Kg NMVOC eq.	Non fossil resources Kg sbe	Fossil resources MJ	m^3
A1-A3	Materiali da costruzione	1,33 x10^{7}	4,53 x10^{-1}	4,59 x10^{4}	1,22 x 10^{3}	9,29 x 10^{3}	1,36 x10^{5}	3,80 x10^{4}	5,36 x 10^{5}	1,26 x 10^{8}	6,01 x 10^{6}
A4	Trasporto al cantiere	4,37 x 10^{5}	9,69 x 10^{-2}	6,75 x 10^{2}	2,76 x 10	8,11 x 10	8,82 x 10^{2}	3,72 x 10^{2}	8,78 x 10^{2}	7,62 x 10^{6}	1,58 x 10
A5	Costruzione e installazione	5,76 x 10^{5}	3,08 x 10^{-2}	1,78 x 10^{3}	6,13 x 10	4,12 X 10^{2}	4,79 x 10^{3}	1,50 x 10^{3}	3,88 x 10^{4}	6,21 x 10^{6}	4,01 x 10^{5}
B1-B5	Manutenzione e sostituzione dei materiali	3,78 x 10^{5}	4,79 x 10^{-2}	2,09 x 10^{3}	1,60 x 10	5,33 x 10^{2}	5,36 x 10^{3}	1,61 x 10^{3}	2,14 x 10^{4}	9,20 x 10^{6}	6,43 x 10^{5}
C1-C4	Fine vita	6,01 x 10^{5}	9,76 x 10^{-2}	9,43 x 10^{2}	3,50 x 10	1,39 x 10^{2}	1,49 x 10^{3}	5,36 x 10^{2}	2,71 x 10^{3}	1,14 x 10^{7}	2,02 x 10^{5}

L22

Fasi		Impact category									
		Global warming	Ozone Depletion	Acidification	Eutrophication			Formation of ozone	Abiotic depletion potential		Water
		kg CO2e	kg CFC11e	kg SO2e	Fresh water kg P eq	Aquatic marine Kg N eq	Terrestrial Mol N eq.	Kg NMVOC eq.	Non fossil resources Kg sbe	Fossil resources MJ	m^3
B6	Consumo energetico della fase d'uso	1,75 x 10	1,71 x 10^3	9,09 x 10^7	2,00 x 10^6	1,76 x 10^7	2,28 x 10^8	5,36 x 10^7	5,28 x 10^4	2,46 x 10^{11}	6,08 x 10^9

5.2. Grafici

5.2.1. Grafico 1: Global warming potential (GWP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di GWP.

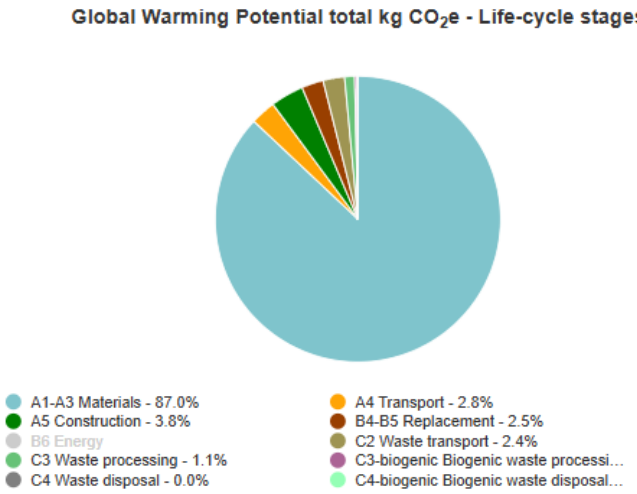

Figura 3 - GWP per fase del ciclo di vita

5.2.2. Grafico 2: Global warming potential (GWP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di riscaldamento globale (GWP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di GWP.

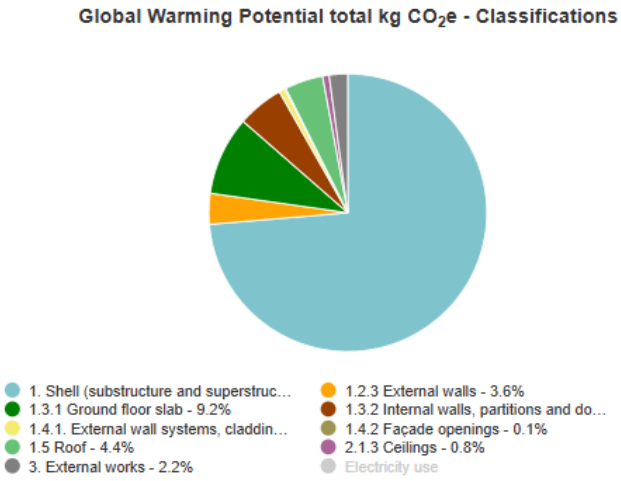

Figura 4 - GWP per elemento costruttivo

5.2.3. Grafico 3: Ozone depletion potential (ODP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili.

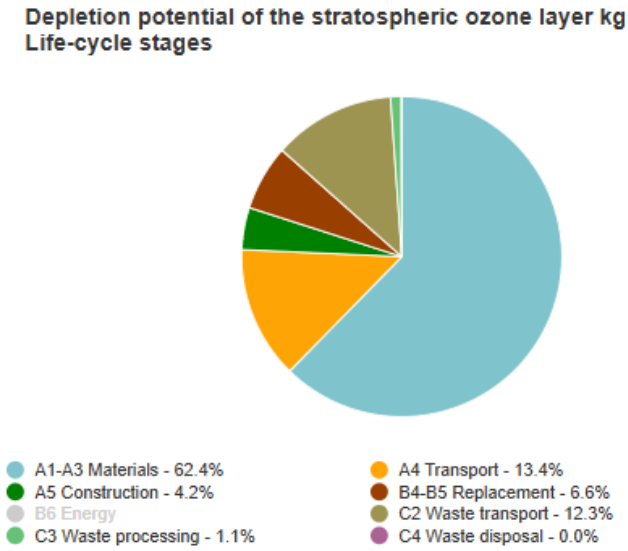

Figura 5 - ODP per fase del ciclo di vita

5.2.4. Grafico 4: Ozone depletion potential (ODP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eliminazione dell'ozono (ODP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili.

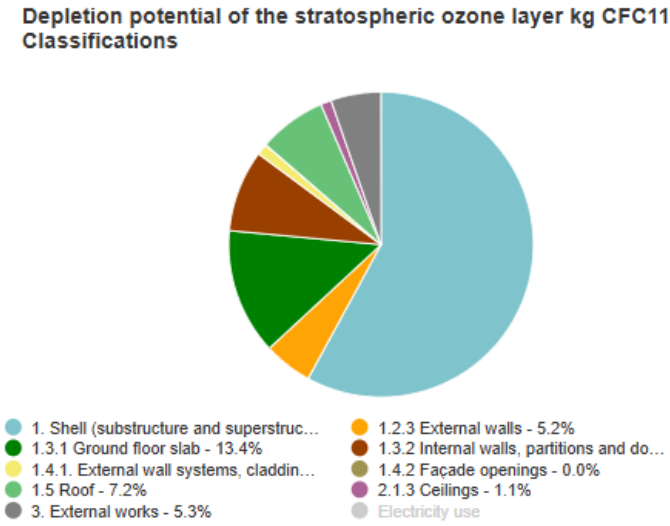

Figura 6 - ODP per elemento costruttivo

L22

5.2.5. Grafico 5: Acidification potential (AP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di acidificazione (AP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e altri gas acidificanti.

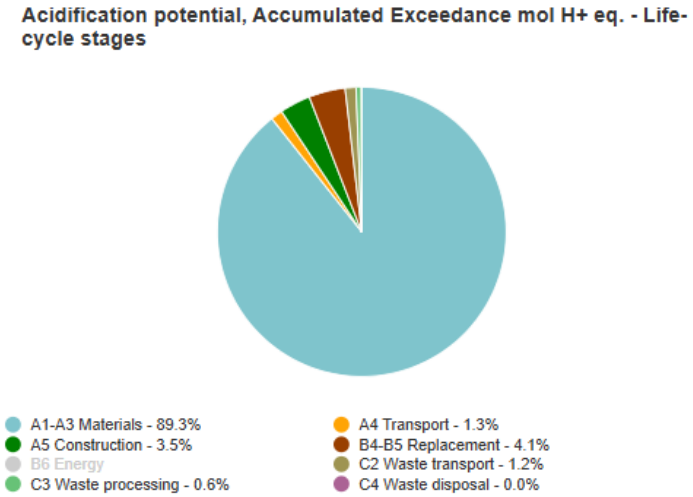

Figura 7 - AP per fase del ciclo di vita

5.2.6. Grafico 6: Acidification potential (AP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di acidificazione (AP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di ossidi di zolfo, ossidi di azoto e altri gas acidificanti.

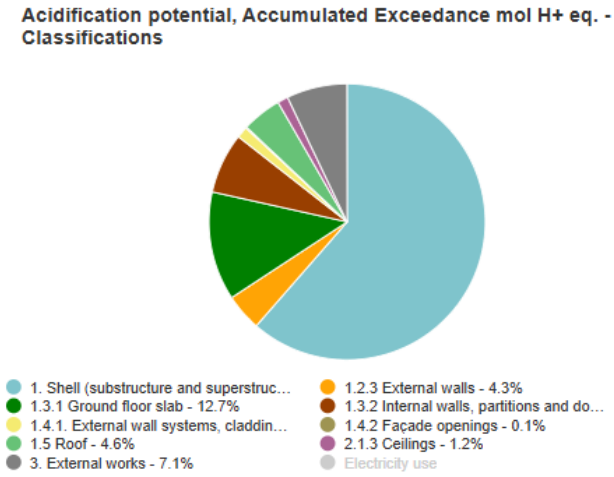

Figura 8 - AP per elemento costruttivo

5.2.7. Grafico 7: Eutrophication fresh water per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione delle acque dolci per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle "emissioni di fosforo equivalente" in corpi idrici dolci, causa della proliferazione algale.

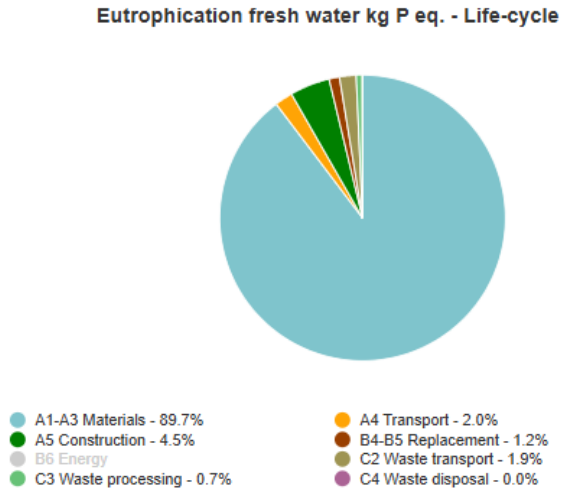

Figura 9 - Eutrofizzazione delle acque dolci per fase del ciclo di vita

5.2.8. Grafico 8: Eutrophication fresh water per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione delle acque dolci per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle "emissioni di fosforo equivalente" in corpi idrici dolci, causa della proliferazione algale.

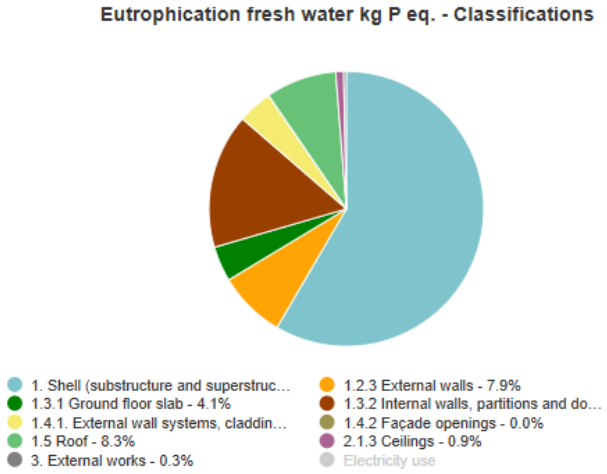

Figura 10 - Eutrofizzazione delle acque dolci per elemento costruttivo

5.2.9. Grafico 9: Eutrophication aquatic marine per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione in ambiente marino per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di azoto equivalente proveniente da nitrati, nitriti, ammoniaca e altri composti azotati.

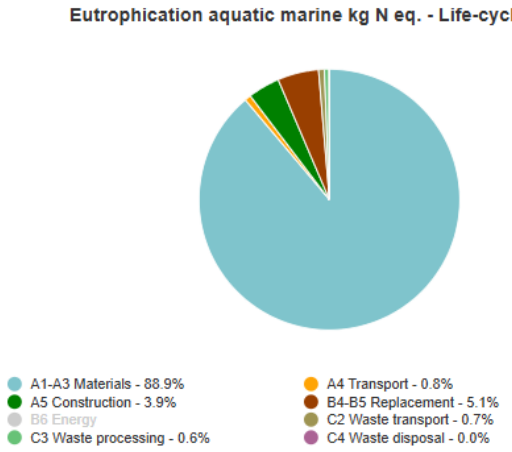

Figura 11 – Eutrofizzazione acquatica marina per fase del ciclo di vita

5.2.10. Grafico 10: Eutrophicatin aquatic marine per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione in ambiente marino per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di azoto equivalente proveniente da nitrati, nitriti, ammoniaca e altri composti azotati.

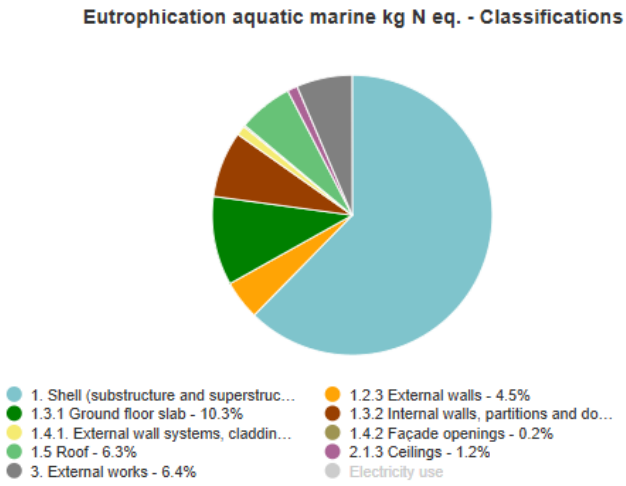

Figura 12 - Eutrofizzazione acquatica marina dolci per elemento costruttivo

L22

5.2.11. Grafico 11: Eutrophication terrestrial per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione terrestre per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di composti azotati (ammoniaca e ossidi di azoto), espresse in moli di azoto equivalente.

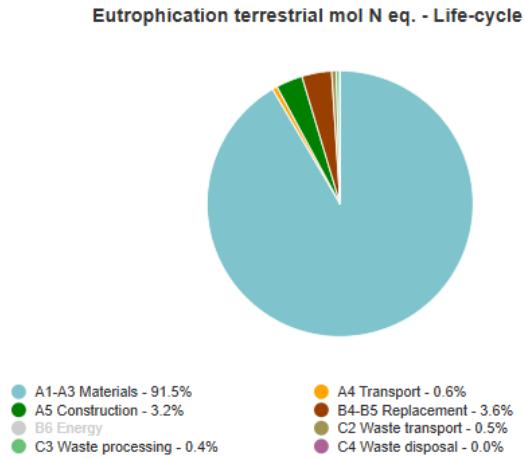

Figura 13 - Eutrofizzazione terrestre per fase del ciclo di vita

5.2.12. Grafico 12: Eutrophication terrestrial per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di eutrofizzazione terrestre per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di composti azotati (ammoniaca e ossidi di azoto), espresse in moli di azoto equivalente.

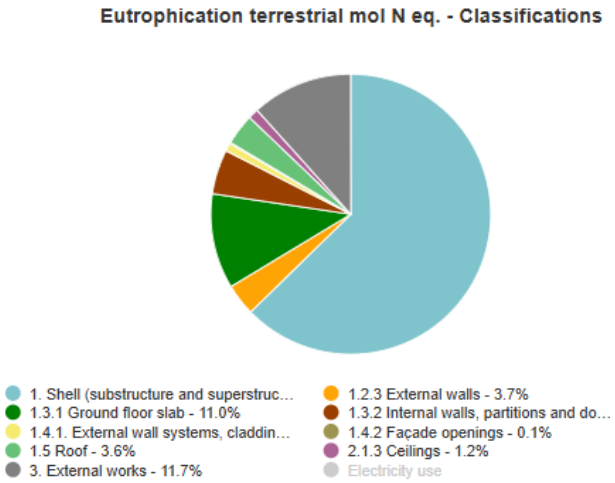

Figura 14 - Eutrofizzazione terrestre per elemento costruttivo

L22

5.2.13. Grafico 13: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di formazione di ozono fotochimico (POCP) per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di composti organici volatili non metanici.

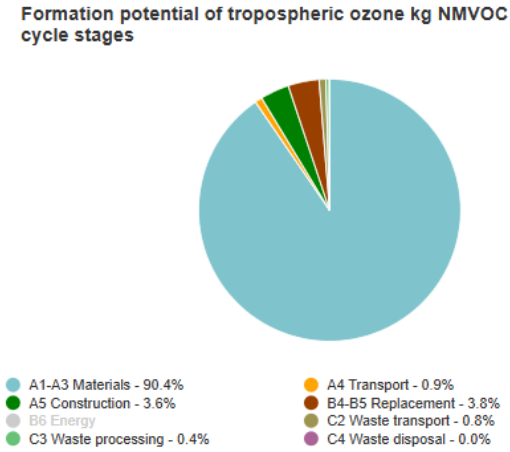

Figura 15 - POCP per fasi del ciclo di vita

5.2.14. Grafico 14: Formation of ozone of lower atmosphere (POCP) per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di formazione di ozono fotochimico (POCP) per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili delle emissioni di composti organici volatili non metanici.

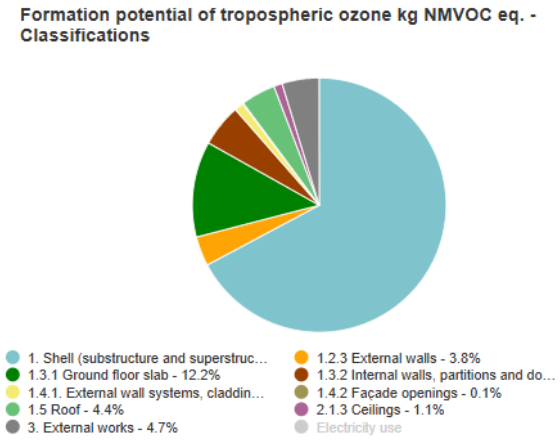

Figura 16 - POCP per elemento costruttivo

L22

5.2.15. Grafico 15: Abiotic depletion potential (ADP-elements) for non fossil resources per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di esaurimento abiotico (elementi ADP) per le risorse non fossili per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili delle emissioni di antimonio equivalente, indicatore dell'esaurimento di metalli e minerali.

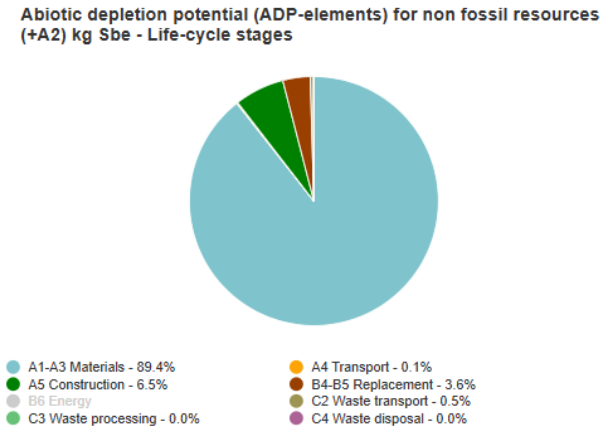

Figura 17 – ADP per le risorse non fossili per fasi del ciclo di vita

5.2.16. Grafico 16: Abiotic depletion potential (ADP-elements) for non fossil resources per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di esaurimento abiotico (elementi ADP) per le risorse non fossili per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **partizioni verticali** sono le principali responsabili delle emissioni di antimonio equivalente, indicatore dell'esaurimento di metalli e minerali.

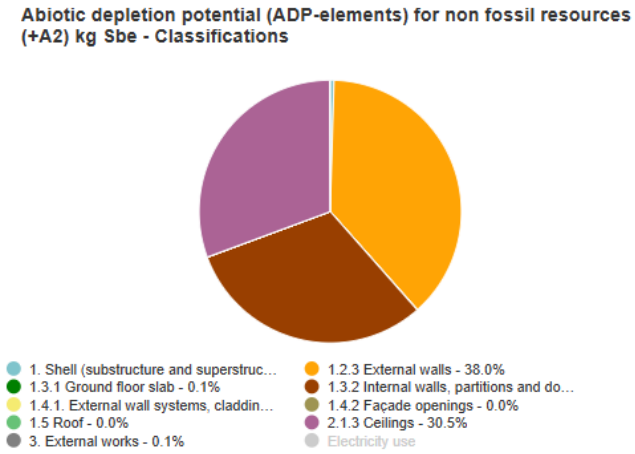

Figura 18 - ADP per le risorse non fossili per elemento costruttivo

L22

5.2.17. Grafico 17: Abiotic depletion potential (ADP-fossil fuels) for fossil resources per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di esaurimento abiotico (elementi ADP) per le risorse fossili per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili del consumo di energia contenuta nei combustibili fossili, espressa in megajoule (MJ).

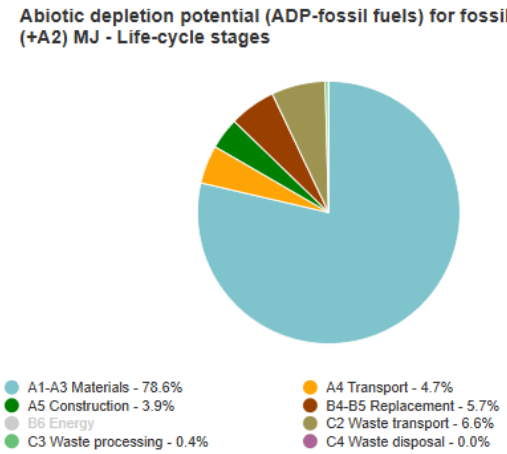

Figura 19 - ADP per le risorse fossili per fasi del ciclo di vita

5.2.18. Grafico 18: Abiotic depletion potential (ADP-fossil fuels) for fossil resources per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale di esaurimento abiotico (elementi ADP) per le risorse non fossili per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili del consumo di energia contenuta nei combustibili fossili, espressa in megajoule (MJ).

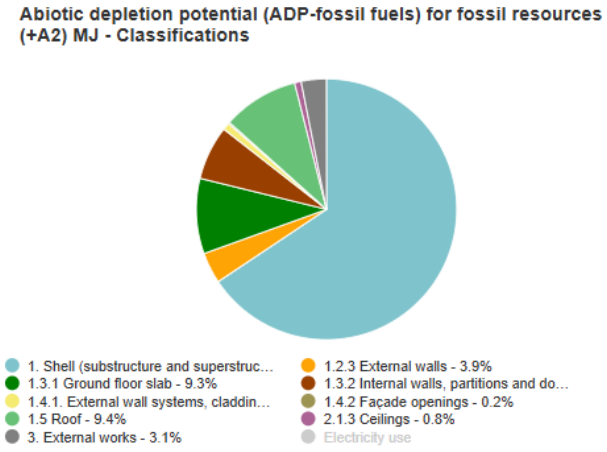

Figura 20 - ADP per le risorse fossili per elemento costruttivo

5.2.19. Grafico 19: Water use per fase del ciclo di vita

Il grafico seguente illustra il potenziale di uso idrico per ciascuna fase del ciclo di vita. Dai risultati emerge chiaramente che le fasi **A1-A3** sono le principali responsabili del prelievo di risorsa idrica, espresso in metri cubi (m^3).

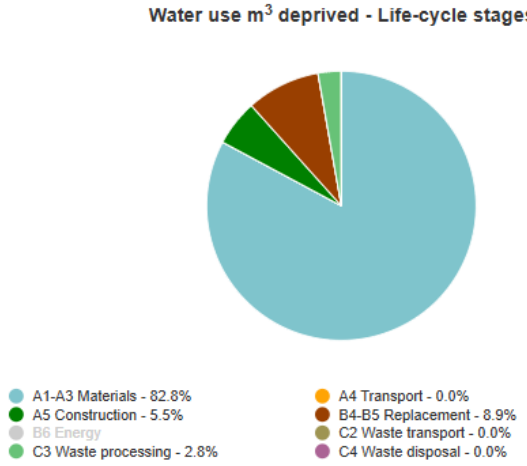

Figura 21 – uso d'acqua per fasi del ciclo di vita

5.2.20. Grafico 19: Water use per elemento costruttivo

Il grafico seguente illustra il potenziale uso idrico per ciascun elemento costruttivo. Dai risultati emerge chiaramente che le **strutture** (fondazioni, pilastri, travi ect) sono le principali responsabili del prelievo di risorsa idrica, espresso in metri cubi (m^3).

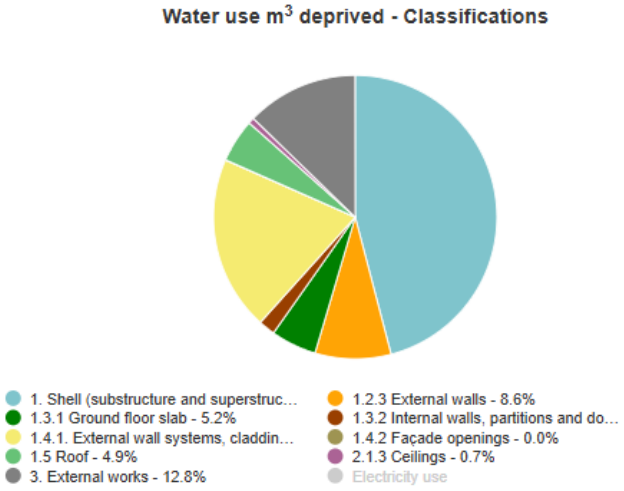

Figura 22 – Uso d'acqua per elemento costruttivo

L22

5.3. Considerazioni finali

Dall'analisi condotta, è emerso che per il **Data Center MIL09** le fasi dell'embodied carbon che esercitano la maggiore influenza sulle categorie di impatto esaminate sono A1 (estrazione e produzione dei materiali), A2 (trasporto dei materiali) e A3 (produzione dell'opera). Invece, le strutture si confermano come l'elemento costruttivo con il maggiore impatto ambientale.
Alla luce di questi risultati, risulta fondamentale sottolineare **l'efficacia delle strategie adottate**, che sono state specificamente orientate verso la scelta di materiali sostenibili e l'uso di strutture in calcestruzzo prefabbricato e acciaio, considerate meno impattanti rispetto a quelle in calcestruzzo gettato in opera. Queste scelte si sono rivelate particolarmente utili, poiché mirano **a ridurre gli impatti nelle fasi e negli elementi più significativi**, come evidenziato dai grafici, confermando l'importanza di approcci progettuali consapevoli e responsabili.